

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2013**

**VERONIKA ČAPKOVÁ**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil  
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

## PAROPROPUSTNOST DENIMOVÝCH TKANIN ZA VLHKA

## PERMEABILITY DENIM FABRIC FOR WET

Veronika Čapková

KHT- 897

**Vedoucí bakalářské práce:** prof. Luboš Hes

**Rozsah práce:**

Počet stran textu ...35

Počet obrázků .....3

Počet tabulek .....8

Počet grafů.....8

Počet stran příloh..1

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika Čapková**  
Osobní číslo: **T09000619**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Textilní marketing**  
Název tématu: **Paropropustnost denimových tkanin za vlhka**  
Zadávající katedra: **Katedra hodnocení textilií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Uveďte stručný přehled poznatků o komfortu textilií a způsobech jeho hodnocení, zejména pak hodnocení paropropustnosti textilií přístrojem PERMETEST.
2. Opatřete vzorky denimových tkanin o podobné plošné hmotnosti ale s různým složením útku (bavlna, PES, vzduchem tvarovaný POP, pěchovaný POP).
3. Na přístroji PERMETEST pak proměřte relativní paropropustnost všech uvedených vzorků při 5 úrovních zavlhčení, a to jednak s nepropustnou fólií vloženou mezi hlavici přístroje a vzorek, jednak bez této fólie. Postupné vysoušení vzorků provádějte přikládáním savých papírů.
4. Rozdíl obou toků představující paropropustnost vlhké textilie pak vyneste v závislosti na vlhkosti textilie vztažené na suchou textilií. Výsledky zpracujete statisticky a dle možnosti porovnejte s teoretickým modelem v publikaci [2].

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

[1] Bursa P.: Návrh a ověření nové normy pro měření paropropustnosti vlhkých textilií. DP, TUL-FT 2011.

[2] Hes L. and Araujo, M.: Simulation of the Effect of Air Gaps between the Skin and a Wet Fabric. Textile Research Journal 80(14), 1488-1497

Vedoucí bakalářské práce:

**prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.**

Katedra hodnocení textilií

Konzultant bakalářské práce:

**Ing. Pavla Těšínová, Ph.D.**

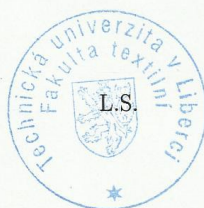
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání bakalářské práce: 31. května 2012

Termín odevzdání bakalářské práce: 14. ledna 2013

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.

děkanka



Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.

vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2012

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne

.....  
Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Při této příležitosti bych ráda poděkovala panu Prof. Ing. Lubošovi Hesovi, DrSc., za odbornou pomoc a věcné rady při zpracování bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala panu Mustaqu Mangatovi a paní Ing. Pavle Těšínové, PhD., za vzorky denimu, které mi poskytly k měření.

Také chci velmi poděkovat své rodině, partnerovi a přátelům za fyzickou i psychickou podporu po dobu mého studia a při psaní bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Tématem této práce je měření paropropustnosti denimových tkanin za vlhka. Práce je rozdělena na teoretickou část a na praktickou. Teoretická část práce popisuje oděv, komfort oděvů, termoregulaci lidského těla, vlhkost a pojem denim. V praktické části je zjišťována pomocí přístroje Permetest paropropustnost a výparný odpor čtyř denimových vzorků- CO, PS, vzduchem tvarovaný PP, pěchovaný PP. Nejdříve byla naměřena paropropustnost za sucha a poté za mokra s fólií a bez fólie.

Výsledky měření jsou zpracovány do tabulek a z naměřených hodnot jsou sestaveny grafy.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Komfort, paropropustnost, denim, PERMETEST, vlhkost

## **ANNOTATION**

Theme of this work is the measurement of water vapour permeability denim fabrics. The work is divided into theoretical and practical parts. Theoretic part work describes dress, comfort dress and thermoregulation of the human bodies, humidity and concept denim. In practical part are find out aid device PERMETEST permeability and evaporative resistance of four samples denim- CO, PS, air shaping PP, upsetting PP. First been measured vapour permeability for dry and then wet with foil and without foil.

The measurement results are processed into tables and are compiled graphs.

### **KEY WORDS:**

Comfort, permeability, denim, PERMETEST, humidity

## SEZNAM ZKRATEK

cca – přibližně

např. – například

CO – bavlna

ms – hmotnost suchého vzorku[g]

mv – hmotnost mokrého vzorku[g]

PL – polyester

PP – polypropylen

P<sub>efekt</sub> – paropropustnost, kterou zjistíme podle vztahu  $P$  celková –  $P$  textilie

P<sub>rel</sub> – relativní paropropustnost [%]

P<sub>m</sub> – nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavice [Pa]

P<sub>a</sub> – parciální tlak vodní páry ve zkušebním prostoru [Pa]

q – tepelný tok [W/m<sup>2</sup>]

q<sub>v</sub> – plošná hustota tepelného toku procházející měřicí zakrytou hlavici měřeným vzorkem [W/m<sup>2</sup>]

q<sub>o</sub> – plošná hustota tepelného toku procházející měřicí nezakrytou hlavici měřeným vzorkem [W/m<sup>2</sup>]

Ret – výparný odpor [P.m<sup>2</sup>W]

U – vlhkost [%]



**OBSAH:**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ÚVOD.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>TEORETICKÁ ČÁST .....</b>                                     | <b>11</b> |
| <b>1. Komfort textilií .....</b>                                 | <b>11</b> |
| 1.1. Psychologický komfort .....                                 | 11        |
| 1.2. Senzorický komfort.....                                     | 11        |
| 1.3. Termofyziologický komfort .....                             | 12        |
| 1.4. Patofyziologický komfort.....                               | 13        |
| <b>2. Soustava organismus-oděv-prostředí .....</b>               | <b>13</b> |
| 2.1. Oděv .....  | 13        |
| 2.2. Prostředí .....   | 14        |
| 2.3. Tepelná fyziologie lidského těla .....                      | 15        |
| 2.4. Termomechanika lidského těla .....                          | 16        |
| 2.5. Tepelný komfort pro lidské tělo v klidu .....               | 16        |
| <b>3. Termoregulace.....</b>                                     | <b>17</b> |
| 3.1. Přenos tepla mezi člověkem a okolím.....                    | 17        |
| K přenosu tepla mezi živými organismy a okolím dochází[1]: ..... | 17        |
| 3.2. Odvod plynné vlhkosti z povrchu lidského těla .....         | 18        |
| 3.3. Odvod kapalné vlhkosti z povrchu lidského těla.....         | 18        |
| <b>4. Hodnocení termofyziologického komfortu textilií.....</b>   | <b>19</b> |
| 4.1. Gravimetrická metoda .....                                  | 19        |
| 4.2. Metoda DREO.....  | 20        |
| 4.3. Stanovení parametrů pomocí SKIN MODELU .....                | 21        |
| 4.4. Měření pomocí přístroje Permetest .....                     | 22        |
| <b>5. Vlhkost .....</b>  | <b>23</b> |
| 5.1. Propustnost vodních par .....                               | 23        |
| 5.2. Výparný odpor .....   | 23        |
| <b>6. Polopropustné textilie .....</b>                           | <b>24</b> |
| 6.1. Tkanina s hustou dostavou .....                             | 24        |
| 6.2. Povrstvená tkanina .....                                    | 25        |
| 6.3. Laminování užitím membrán .....                             | 25        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>7. Denim .....</b>  | <b>25</b> |
| 7.1. Historie denimu.....  | 25        |
| 7.2. Výroba denimu.....  | 26        |
| 7.3 Firma Mustang .....  | 26        |
| <br><b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>   | <b>27</b> |
| <br><b>1. Měření vzorků denimu .....</b>   | <b>27</b> |
| 1.1 Postup měření.....   | 27        |
| 1.2 Stanovení efektivního relativního výparného toku q <sub>efekt</sub> (efektivní paropropustnosti) u vlhké<br>textilie ..... | 27        |
| <br><b>2. Vzorky .....</b>   | <b>28</b> |
| 2.1. Vzorek-útek bavlna .....  | 28        |
| 2.2. Vzorek-útek polyester .....   | 30        |
| 2.3. Vzorek-útek přechovaný polypropylen .....   | 32        |
| 2.4. Vzorek-útek vzduchem tvarovaný polypropylen .....   | 34        |
| <br><b>3. Výsledky měření vzorků bez fólie.....</b>  | <b>36</b> |
| 3.1 Výsledky měření vzorků s fólií .....   | 37        |
| 3.2 Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti .....   | 37        |
| <br><b>ZÁVĚR.....</b>  | <b>40</b> |
| <br><b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>   | <b>41</b> |
| <br><b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>  | <b>42</b> |
| <br><b>SEZNAM TABULEK.....</b>   | <b>42</b> |
| <br><b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>  | <b>42</b> |
| <br><b>SEZNAM ROVNIC .....</b>   | <b>42</b> |
| <br><b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>   | <b>43</b> |

## ÚVOD

V dnešní moderní době je velký výběr textilních výrobků. Důležité jsou především jejich vlastnosti jako např. odolnost v oděru, omak, tepelně izolační vlastnosti, ale také estetické vlastnosti, vzor, materiál aj. Lidé se zajímají i o možnosti údržby, které jsou pro udržování výrobku velmi důležité. Výrobek by měl být trvanlivý a odolný proti opotřebení.

Každý člověk chce pociťovat v oděvu určitý komfort, a ten může být psychologický, senzorický, termofyziologický a patofyziologický. Lidé od oděvu očekávají pohodlnost a to, jestli je nám oděv příjemný či ne zjistíme pomocí senzorického komfortu. Velmi důležitý je také termofyziologický komfort, který se projevuje při pohybu a větší fyzické námaze člověka.

Lidé na celém světě si oblíbili jeansové výrobky. Mohou to být kalhoty, bundy, vesty, sukně aj. Skládají se z různých materiálů a jejich vzhled je opravdu různorodý. V dnešní době se používají různé úpravy, aby byly jeansové výrobky zajímavější a modernější. Často se přidává do kalhot elastan, aby nebyl člověk omezen v pohybu. Dnes je na trhu velké množství firem a značek, které jeansové výrobky nabízejí.

Cílem této bakalářské práce bylo proměřit relativní paropropustnost u 4 vzorků denimu o podobné plošné hmotnosti. Každý vzorek má jiné složení útku- CO, PS, vzduchem tvarovaný PP a pěchovaný PP. Vzorky byly opatřeny od doktoranda Mustaquu Mangata, který dodal vzorky ze zahraničí. Měření se provedlo na přístroji PERMETEST při pěti úrovních zavlhčení a to s nepropustnou fólií i bez ní. Vysoušení vzorků bylo prováděno pomocí savého papíru. Výsledky měření byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny.

## TEORETICKÁ ČÁST

### 1. Komfort textilií

Komfort je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Komfort je vnímán všemi lidskými smysly kromě chuti, tedy hmatem, zrakem, sluchem a čichem. Komfort lze definovat jako absenci znepokojujících a bolestivých vjemů[1].

Komfort dělíme na [1]:

- Psychologický
- Senzorický
- Termofyziologický
- Patofyziologický

#### 1.1. Psychologický komfort

Rozdělení dle různých hledisek[1]:

- Klimatická hlediska: typické denní oblečení by mělo v první řadě respektovat tepelně-klimatické podmínky, které jsou podmíněny geograficky.
- Ekonomická hlediska: zahrnují přírodní podmínky obživy, výrobní prostředky, politický systém aj.
- Historická hlediska: lidé mají sklon k výrobkům vyrobených z přírodních materiálů. Vzniká tradice v životním stylu a módě.
- Kulturní hlediska: patří sem zvyky, tradice, obřady, náboženství.
- Sociální hlediska: věk, vzdělání, kvalifikace a sociální třída.
- Skupinová a individuální hlediska: patří do oboru oděvního návrhářství a zahrnují módní vlivy, styl, barvy, lesk, trendy.

#### 1.2. Senzorický komfort

Senzorický komfort zahrnuje vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky a první vrstvy oděvu. Pocity mohou být příjemné např. pocit měkkosti, splývavosti nebo naopak nepříjemné, jako tlak, pocit vlhkosti, škrábání, kousání, píchání, lepení apod[1].

Rozdělení senzorického komfortu[1]:

- Komfort nošení: tento komfort zahrnuje povrchovou strukturu textilií, vybrané mechanické rozložení sil a tlaků v oděvním systému a schopnost textílie absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost s dopadem na své kontaktní vlastnosti.
- Omak: je to subjektivní veličina založená na vjemech prostřednictvím prstů a dlaně. Lze omak charakterizovat těmito vlastnostmi-hladkostí, tuhostí, objemností a tepelně kontaktním vjemem.

#### Vnímání senzorického komfortu podkožními snímači-receptory[1]:

V lidské pokožce jsou snímače pro tlak a bolest, ale žádné snímače pro vlhkost. Teplo a chlad jsou zaznamenávány dvěma typy receptorů, které jsou umístěny v pokožce, ale i v nervové soustavě a v cévách vnitřních orgánů. Tyto receptory vnímají vzestup teploty nad normální úroveň- teplové receptory nebo její pokles- chladové receptory. Morfologicky nejsou receptory nijak vyznačeny. Kožní chladové receptory jsou představovány volnými zakončeními nervových vláken a tepelné receptory vlákny umístěnými v horní a střední vrstvě škůry. Nejvíce termoreceptorů je v kůži obličeje a na hřbetu ruky, nejméně v kůži zad.

Velmi důležité pro komfort jsou také potní žlázy, které jsou v počtu asi 2 milionů rozmístěny po celém těle. V podpaží je jejich počet stejný jako jinde, avšak jejich průměr je dvojnásobný. Pot obsahuje cca 99% vody a zbytek tvoří, soli, tuk a močovina. Potní žlázy vyplavují pot skrz vnější rohovou vrstvu.

### **1.3.Termofyziologický komfort**

Úkolem termoregulačního systému je především udržovat vnitřní teplotu lidského těla v daném teplotním intervalu. Optimální teplota v tělesném jádru je 37°C. Pro celý organismus platí, že jeho vnitřní teplota zůstává konstantní, jestliže je množství tepla vyprodukované tělem rovno teple odevzdanému do okolního prostředí[1].

Tělesná teplota je různá na různých místech těla a i v těchto místech kolísá. Nejvyšší teplotu 34-36°C naměříme na nejlépe prokrvených částech těla (hlava, břicho, prsa). Člověk se cítí dobře pokud jeho tělesná teplota je v rozmezí 32-34°C. Na okrajových částech těla (ruce, nohy) naměříme teplotu pokožky 29-31°C. Nejnižší teplotu naměříme na špičce nosu, ušních lalůčkách, špičkách prstů a to jen 23-28°C. Vnitřní

teplota organismu je vyšší, 37°C. Při normálním prokrvení organismu nedochází k pocení a ani nenastává pocit chladu[1].

Termofyziologický komfort nastává za těchto optimálních podmínek[1]:

- Teploty pokožky 33-35°C
- Relativní vlhkost vzduchu 50±10%
- Rychlost proudění vzduchu 25±10 cm.s<sup>-1</sup>
- Obsah CO<sub>2</sub> 0,07%
- Nepřítomnost vody na pokožce

#### **1.4.Patofyziologický komfort**

Pocit komfortu při nošení oděvů je ovlivněn také působením patofyziologicko-toxických vlivů. Jedná se o působení chemických substancí obsažených v materiálu, ze kterého je oděv vyroben a mikroorganismů vyskytujících se na lidské pokožce. Působení oděvu na pokožku může vyvolat dermatózu neboli kožní onemocnění[1].

Dermatóza může být způsobena[1]:

- Drážděním, což je fyzikálně chemický jev, který lze vyvolat u každého člověka. Existují různé látky, které dráždění vyvolávají např. soli, organická rozpouštědla, syntetické prací prostředky aj. Dráždění může být vyvoláno také hrubou textilií.
- Alergií, což je individuální jev, který zapříčiní kontakt s alergenem např. s barvivem, pracími prostředky, desinfekčními prostředky atd.

Cílem je, aby oděvní výrobky minimálně dráždily pokožku a současně měli maximální antimikrobiální účinnost. Proti působení mikroorganismů se používají různé chemické úpravy plošných textilií nebo vláken např. baktericidní, hygienické.

## **2.Soustava organismus-oděv-prostředí**

### **2.1.Oděv**

Oděv je integrální část lidského života. Hlavní rolí oděvu je chránit tělo před nepříznivými vlivy okolí. Oděv je ochranný systém, ve kterém dochází k prostupu tepla a vlhkosti. Tento prostup závisí na konstrukci, střihu a materiálu oděvu. Oděv se skládá z několika oděvních mezivrstev a každá je složena z vrstvy volného vzduchu, vrstvy

textilie a vrstvy vzduchu uzavřeného v textilií. Všechny vrstvy se podílí na transportu tepla, vlhkosti, vzduchu a to tak, že stav a fyzikální vlastnosti jedné vrstvy ovlivňují stav a vlastnosti druhé vrstvy, resp. třetí a opačně[1,2].

Existují čtyři typy procesů[1]:

- Fyzikální procesy v oděvu a okolním prostředí, jako transport tepla a vlhkosti oděvem a mechanické chování textilie během nošení.
- Neurofyzilogické procesy, což jsou mechanismy systému senzorického příjmu těla a jejich interakce s oděvem během nošení.
- Termofyzilogické procesy těla, tj. tepelná rovnováha a komfort těla.
- Psychologické procesy, což jsou procesy tvořící subjektivní vnímání komfortních pocitů.

## **2.2. Prostředí**

Vnější prostředí jsou podmínky, ve kterých se člověk a jeho organismus pohybuje.

Prostředí se dělí[1]:

- podmínky v pracovním prostředí
- zeměpisné podnebí

Studená oblast[1]:

Podle zeměpisného podnebí se lidé rozhodují, jaký oděv je pro ně vhodný. Ve studené oblasti je nutné brát v úvahu i další faktory. Prvním je vliv síly větru na zesilování vlivu záporných teplot na lidský organismus. Při nízkých teplotách může nechráněná pokožka omrznout během několika minut.

Dalším faktorem je vysoká intenzita UV záření v zasněžených oblastech. Ta je způsobena odrazem slunečního záření od krystalků sněhu a také zeslabenou ozónovou vrstvou.

Oděvy do studené oblasti musí chránit tělo před chladem z okolí dostatečnou tepelnou izolací a současně umožnit odvod vodních par, které vznikají pocením. Velmi často se v dnešní době používají vrstvené oděvy.

#### Střední oblast[1]:

Teploty ve střední oblasti se pohybují v rozmezí  $-29^{\circ}\text{C}$  až  $30^{\circ}\text{C}$ . V této oblasti leží i Česká republika. Opět je zde možné využívat vícevrstvé oblečení. V letním období se počasí podobá oblastem horkým.

#### Horká suchá oblast[1]:

Oblasti s horkým suchým klimatem jsou charakteristické nízkou vlhkostí vzduchu. Teploty zde dosahují až  $43^{\circ}\text{C}$ , ale v noci mohou klesnout až na  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Při vysokých teplotách se tělo intenzivně potí, a proto je důležité zajistit odvod potu z pokožky a využít chladícího účinku. Ten vzniká odpařováním potu z povrchu textilie. V těchto oblastech se používají ve dne přírodní materiály, které nás chladí. Důležitá je i pokrývka hlavy, která poskytuje ochranu před slunečním zářením.

#### Horká vlhká oblast[1]:

V této oblasti je vysoká vlhkost vzduchu s velkým množstvím srážek. To je způsobeno prouděním vlhkého oceánského vzduchu. Teploty v této oblasti se pohybují v rozmezí od  $12^{\circ}\text{C}$  do  $35^{\circ}\text{C}$ , vlhkost vzduchu je kolem  $30\text{g/m}^3$  a roční množství srážek může být až 2000 mm.

V této oblasti je transport vlhkosti od pokožky do okolí prakticky nemožný, a to díky vysoké vlhkosti vzduchu. Dokonalého komfortu tedy nelze dosáhnout.

Dalším faktorem jsou také tropické lijáky. V takových podmínkách se dobře daří plísňím, a proto jsou ohroženy oděvy z vlny, bavlny a kůže. Oděvy v této oblasti musí především umožnit svému nositeli přežít bez onemocnění, přehřátí organismu aj.

### **2.3. Tepelná fyziologie lidského těla**

Lidské tělo je tepelný stroj s relativně nízkou účinností, v němž svaly přeměňují chemickou energii na práci  $L[\text{J}]$ .

#### Zdroje energie pro lidský organismus jsou živiny[1]:

- tuky
- sacharidy
- bílkoviny



Tuky jsou živiny s nejvíce kaloriemi. Představiteli tuků jsou triglyceridy, které jsou vstřebávány ze střeva za účasti trávicích enzymů a dochází přitom k jejich štěpení na glycerol a mastné kyseliny[1].

Sacharidy poskytující 18 Kj/g se střebávají střevní sliznicí ve formě jednoduchých 6tiuhlíkových cukrů, z nichž nejvýznamnější je glukóza. Hladina glukózy v krvi je u zdravého člověka regulována, takže představuje vždy menší množství energie, které je okamžitě k dispozici[1].

Bílkoviny poskytují stejně energie jako sacharidy. Jako zdroj energie slouží jen v nouzi[1].

Procesy při zpracování potravy[1]: žaludek - absorpce v tenkém střevě - transport rozpuštěných živin do krve - zpracování živin v játrech - rozvod přeměněných živin a kyslíku krevním oběhem po těle - přeměna na energii v buňkách.

## **2.4. Termomechanika lidského těla**

Základní metabolismus vytváří tepelný výkon přibližně 1,1 W/kg váhy těla. Celkový tepelný výkon metabolismu dosahuje 40-100 W, rychlost srdce 60-80 tepů/min[1].

Odpočinkový metabolismus je o něco vyšší, až 1,25 W/kg váhy těla[1].

Regulátorem tělesné teploty je zvláštní oddíl v mozku - hypotalamus. Pro tělesné jádro je nastavená teplota 37°C, pro pokožku 33°C. Při napadení těla infekcí hypotalamus zvýší teplotu tělesného jádra s cílem omezit rozvoj nežádoucích bakterií[1].

## **2.5. Tepelný komfort pro lidské tělo v klidu**

Tělo je v tepelné rovnováze, žádný svalový třes ani rozšiřování cév, žádné pocení, teplota kůže mezi 32-34°C, žádná akumulace tepla nebo ztráty[1].

Pocity tepla: Tyto pocity se dostavují při větší fyzické zátěži nebo při působení tepelného či vlhkého klimatu.

Mírné teplo se projevuje zvýšením teploty periferních oblastí (čelo, dlaň, chodidlo)doprovázené pocením. Oděv, který při nošení způsobuje tyto pocity, má vyhovující fyziologicko-hygienické vlastnosti pro způsob použití.

Teplo se projevuje jako prohlubující se pocity tepla po celém těle. Pot se objevuje na periferních oblastech, na zádech i hrudníku. Oděvy, které v nás vyvolávají takové pocity jsou na rozhraní mezi vyhovující a nevhovující úrovní.

Pocit horka se dostavuje při celkovém přehřátí organismu doprovázeném pocením a ztíženým dýcháním. Stékající pot nestačí být z povrchu pokožky odsáván[1].

Pocity chladu: Pocity chladu se dostavují především jako reakce na nízkou teplotu klimatu nebo nízké pracovní zatížení v oděvu.

Mírné chladno se projevuje pocity lokálního mrazení na některých místech těla, nezakrytých nebo nedostatečně oblečených. Mohou být vyvolány zvýšeným prouděním vzduchu nebo nečinností po fyzické námaze[1].

### **3. Termoregulace**

Termoregulace je schopnost organismu udržovat stálou tělesnou teplotu, přestože produkce tepla nepřetržitě kolísá. Termoregulace je proces, který slučuje fyziologické pochody řízené centrálním nervovým systémem, udržujícím tělesnou teplotu na optimální hodnotě, při které probíhají metabolické přeměny[1].

Na tomto základě existuje termoregulace dvojího druhu[1]:

- chemická-tvorba tepla
- fyzikální-výdej tepla

Chemická termoregulace představuje látkovou přeměnu a tvorbu tepla. Je závislá na fyzické zátěži organismu. Fyzikální termoregulace zahrnuje podíly jednotlivých odvodů tepla z organismu, tedy tvorbu a výdej tepla[1].

#### **3.1. Přenos tepla mezi člověkem a okolím**

K přenosu tepla mezi živými organismy a okolím dochází[1]:

- kondukcí (vedením)
- konvekcí (prouděním)
- radiací (zářením)

### **3.1.1. Kondukce**

Kondukcí ztrácíme teplo tehdy, je-li kůže v kontaktu s chladnějším prostředím. Jde o přenos tepla chodidly, zadní části těla při sezení či spánku, ale vedení tepla je také hlavní mechanismus přenosu tepla v tenkých vrstvách v oděvních systémech[1].

### **3.1.2. Konvekce**

Konvekce představuje nejvýznamnější přenos tepla mezi člověkem a okolním prostředím. Teplo je transportováno částicemi tekutin pohybujícími se rychlostí v [m/s]. Mezi objektem a proudícím prostředím se vytváří tepelná mezní vrstva, ve které se realizuje teplotní spád[1].

### **3.1.3. Radiace**

Záření představuje elektromagnetické vlnění šířící se prostorem o rychlosti  $c = 300\,000\,000$  m/s. Podle vlnových délek rozlišujeme záření gama, rentgenové záření, ultrafialové aj[1].

## **3.2. Odvod plynné vlhkosti z povrchu lidského těla**

Vlhkost ve formě vodní páry může být v oděvních systémech přenášena vedením a prouděním[1]. Důležité veličiny jsou nasycený tlak  $P_{wsat}$ [Pa] a parciální tlak  $P_{we}$ [Pa].

## **3.3. Odvod kapalně vlhkosti z povrchu lidského těla**

Lidský organismus produkuje vodu ve formě potu. Ochlazovací efekt vznikne kůže pouze při odpaření potu. U volného povrchu kůže je jedinou podmínkou odparu dostatečný rozdíl parciálních tlaků páry[1].

U oblečeného člověka se transport vlhkosti řídí jinými principy[1]:

- difúzí
- kapilárně
- sorpčně

### **3.3.1. Difuze**

Difúzní prostup vlhkosti z povrchu kůže přes textílii je realizován pomocí pórů. Vlhkost prostupuje textilií ve směru nižšího parciálního tlaku vodní páry. Difúzní odpor

jednotlivých oděvních vrstev se pak počítá. Velkou roli hraje také odpor vzduchových mezivrstev[1].

### **3.3.2. Kapilární odvod**

Kapalný pot ulpívající na kůži je v kontaktu s první textilní vrstvou a jejími kapilárními cestami vzlíná do její plochy všemi směry. Jde o knotový efekt. Kapilární tlak  $P$  způsobuje tok kapalné vlhkosti obecně od velkých pórů o poloměru  $R$  k malým pórům o poloměru  $r$ [1].

### **3.3.3 Sorpce**

Sorpční proces předpokládá nejdříve vznik vlhkosti či kapalného potu do neuspořádaných oblastí ve struktuře vlákna a následné navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Tento proces je nejpomalejší a je podmíněn použitím textilie alespoň částečně obsahující sorpční vlákna[1].

### **3.3.4. Vlhkostní jímavost textilií**

Tato metoda určování stupně vlhkostní jímavosti textilií se realizuje pomocí přístroje Alambeta. V tomto přístroji se simuluje a objektivně hodnotí tepelně kontaktní vjem mezi vlhkou pokožkou a suchou textilií[1].

## **4. Hodnocení termofyziologického komfortu textilií**

Termofyziologický komfort poskytovaný oděvem lze hodnotit buď pomocí přístrojů, které přesně charakterizují příslušný fyzikální děj nebo lze přenos tepla a vlhkosti měřit za podmínek blízkých fyziologickému režimu lidského těla[1].

Termofyziologický komfort oděvů lze charakterizovat podle dvou základních parametrů: tepelného a výparného odporu. Druhý parametr má důležitou úlohu při ochlazování těla odpařováním potu z povrchu pokožky[1].

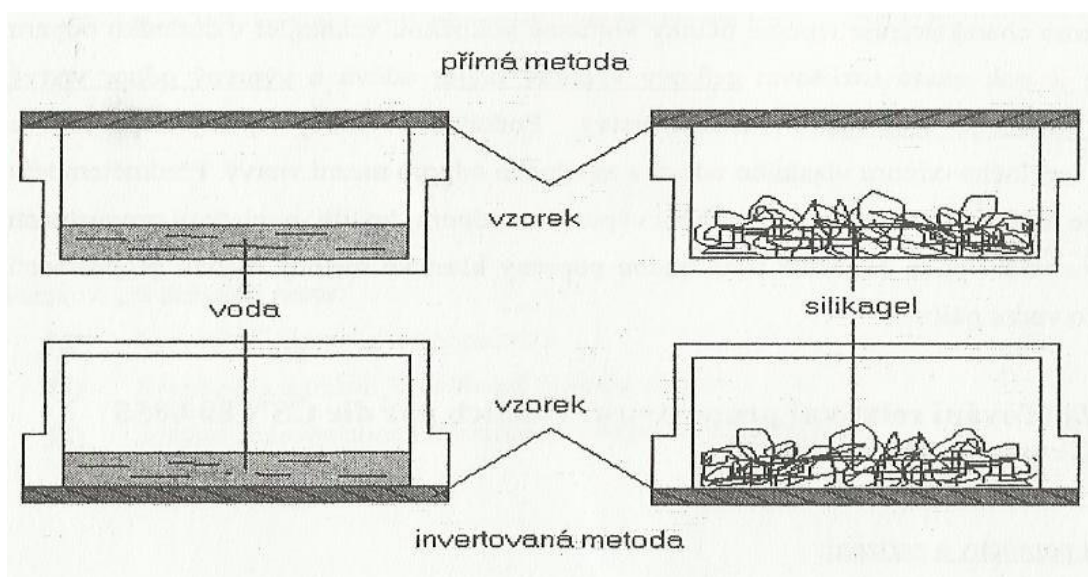
### **4.1. Gravimetrická metoda**

Zkušební pomůcky a zařízení[1]:

- Klimatizační skříň
- Analytické váhy

- Lehké hliníkové zkušební misky kruhového tvaru, matice se závitem a těsnícím kroužkem a víčka na zkušební misky
- Raznice k vysekávání kruhových vzorků plošných textilií
- Vysoušedlo, které na spodní straně textilie zajišťuje nulovou relativní vlhkost.

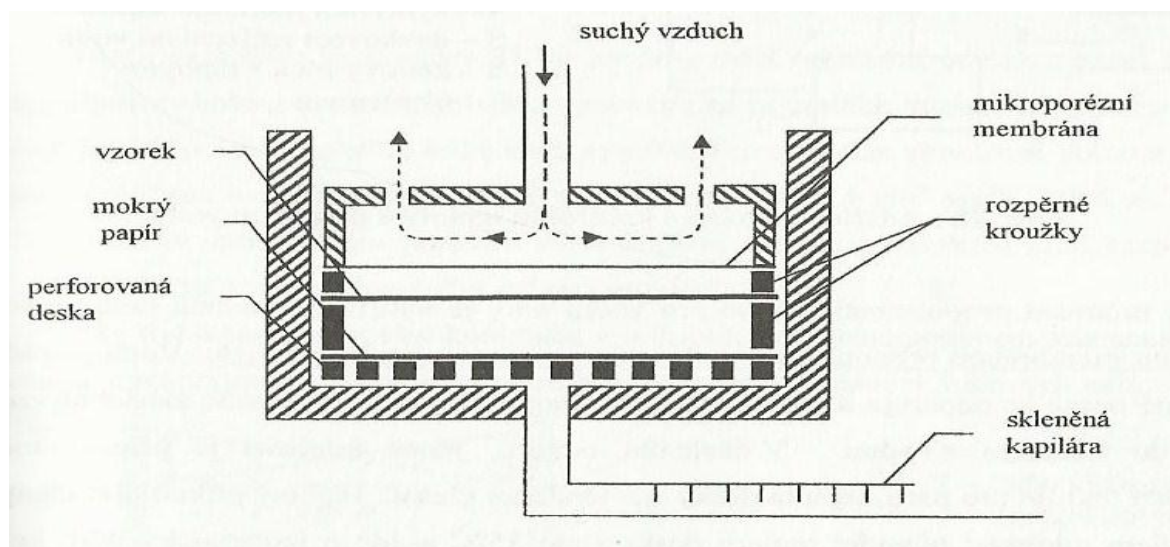
Postup měření: Nejdříve se upevní kruhový vzorek textilie na misku, která obsahuje silikagel. Potom se miska se vzorkem zváží a provede se expozice v klimatizační skříni. Po 6 hodinové expozici následuje opět vážení a výpočet relativní propustnosti  $P[1]$ .



Obr.č.1 Gravimetrické měření

## 4.2. Metoda DREO

U této metody je vzorek upevněn na podložku mezi dvě polopropustné vrstvy. Pod spodní vrstvou je voda a přes vrchní vrstvu proudí suchý vzduch. Spodní vrstva odděluje vzorek od vodní hladiny a vrchní vrstva před průnikem vzduchu. Měření se provádí 15 min[1].



Obr.č.2 Metoda DREO

### 4.3. Stanovení parametrů pomocí SKIN MODELU

Základem přístroje je vyhřívaná a zvlhčovaná porézní deska označována jako model kůže, který slouží k simulaci procesů přenosu tepla a hmoty. K těmto procesům dochází mezi pokožkou a okolím. Měření se může provádět buď separátně a nebo při měnících se vnějších podmínkách. Může to být např. změna teploty, relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu[1].

#### 4.3.1. Zkouška za stacionárních podmínek

Zkušební vzorek se umístí na elektricky vyhřívanou desku o teplotě 35°C obtékanou vzduchem proudícím paralelně s jeho povrchem desky o rychlosti 1m/s a teplotě 20 °C. Po dosažení ustálených podmínek celého systému se měří vhodným přístrojem příkon vytápěné desky[1].

Při určování propustnosti textilie pro vodní páry je vyhřívaná deska pokryta celofánovou membránou. Tato membrána propouští vodní páry, ale ne vodu. Voda přiváděná k vyhřívané desce se odpařuje a prochází membránou ve formě páry. Teplota desky má tendenci klesat. Tepelný příkon přiváděný do desky s cílem udržovat původní teplotu je pak mírou propustnosti textilie pro páru[1].

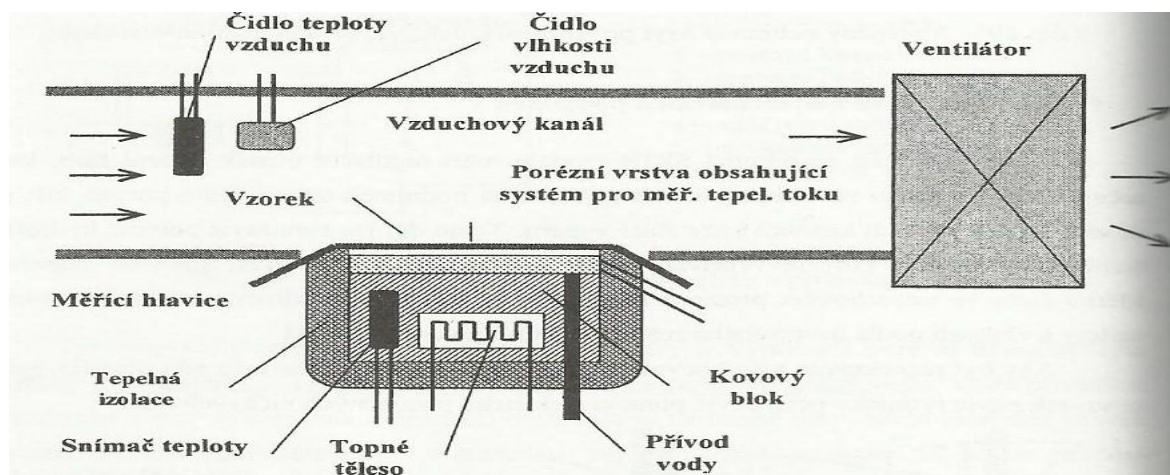
Nevýhoda této metody je ta, že měření může trvat až 1 hodinu.

#### 4.3.2. Zkouška za nestacionárních podmínek

Touto zkouškou se pomocí SKIN modelu měří regulační účinek z parní fáze, který určuje komfort nošení textilií nejbližších pokožce za podmínek intenzivního pocení, kde pot se však ještě nestačí vypařit. Tento děj lze simulovat pomocí hydrofilní tkaniny umístěné na porézní vyhřívané desce a zavlhčené vodou, která se odpařuje. Měřicí čidla měří časový průběh teploty a vlhkosti podle nastaveného režimu impulsů pocení[1].

#### 4.4. Měření pomocí přístroje Permetest

Přístroj je svou podstatou popsáný tzv. Skin model malých rozměrů založený na přímém měření tepelného toku  $q$  procházejícího povrchem tepelného modelu lidské pokožky. Povrch modelu je porézní a je zavlhčován, čímž se simuluje funkce ochlazování pocením. Na tento povrch je přiložen přes separační fólii vzorek. Vnější strana je ofukována[1].



Obr.č.3 Přístroj PERMETEST

Při měření výparného odporu a paropropustnosti je měřicí hlavice pomocí elektrické topné spirály a regulátoru udržován na teplotě okolního vzduchu, který je do přístroje nasáván. Při měření se pak vlhkost v porézní vrstvě mění na páru, která přes separační fólii prochází vzorkem. Výparný tepelný tok je měřen speciálním snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná výparnému odporu. Nejdříve se měří tepelný tok bez vzorku a poté se vzorkem[1].

**Při měření tepelného odporu** textilního vzorku je suchá měřicí hlavice udržována na teplotě o 10-20°C vyšší než je teplota okolního vzduchu. Tepelný tok je odváděn ze vzorku konvekci do okolního proudícího vzduchu je také registrován[1].

## 5. Vlhkost

Vlhkost je základní vlastností vzduchu. Vlhkost vzduchu udává, jaké množství vody v plynném stavu obsahuje dané množství suchého vzduchu. Nedostatek nebo přebytek vlhkosti má značný vliv na kvalitu výrobků. Jedná se o bobtnání, kdy textilie při kontaktu s vodním prostředím začíná nabývat objemu. Dále má vlhkost vliv na mechanické vlastnosti textilií. Při změnách vlhkosti se mění krystalická struktura látky a tak i vlastnosti celé látky[3].

$$U = \frac{(m_v - m_s)}{m_s} * 100[\%] \quad (1)$$

U- relativní vlhkost[%]

m<sub>v</sub>- hmotnost mokrého vzorku[g]

m<sub>s</sub>- hmotnost suchého vzorku ( hodnota ze sušárny)[g]

### 5.1 Propustnost vodních par

Tento parametr je nenormalizovaný, ale důležitý. 100% propustnost představuje tepelný tok vyvozený odparem z volné hladiny o průměru stejném, jako je průměr vzorku. Po zakrytí této hladiny měřeným vzorkem se tepelný tok sníží[4].

$$P = 100 (q_v / q_o)[\%] \quad (2)$$

P- relativní propustnost pro vodní páry

q<sub>v</sub>- tepelný tok procházející měřicí hlavicí zakrytou vzorkem[W/m²]

q<sub>o</sub>- tepelný tok procházející měřicí hlavicí nezakrytou vzorkem[W/m²]

### 5.2. Výparný odpor

$$Ret = (P_m - P_a) (q_v - q_o) [m^2 \cdot Pa / W] \quad (3)$$



Ret- výparný odpor zkoušeného vzorku

Pm- nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavičky[Pa]

Pa- parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě vzduchu

qv- plošná hustota tepelného toku procházející měřicí hlavičkou zakrytou měřeným vzorkem[W/m<sup>2</sup>]

qo- plošná hustota tepelného toku procházející měřicí hlavičkou nezakrytou měřeným vzorkem [W/m<sup>2</sup>].

## 6. Polopropustné textilie

Jedná se o textilie, které mají schopnost odvádět vlhkost ve formě vodní páry, produkovanou organismem. Současně však zabraňují prostupu vlhkosti z okolního prostředí k pokožce člověka a také odolávají působení větru[4].

Tkanina je plošná textilie vytvořená zpravidla ze dvou vzájemně kolmých soustav nití, osnovy a útku, navzájem provázaných vazbou tkaniny. Osnova je soustava nití ležících ve směru délky tkaniny a útek je nití kolmá k osnově, ukládá se rovnoběžně s předchozím útkem. Vazba je způsob provázání osnovy s útkem a znázorňuje se do čtverečkovaného vzornicového papíru[5].

Základní rozdělení[4]:

- tkaniny s hustou dostavou
- povrstvené tkaniny
- laminování užitím membrán

### 6.1 Tkanina s hustou dostavou

Dostava tkaniny je až 7000 nití/cm. Tkaniny díky novým technologiím, impregnacím a způsobům tkaní získávají omezené vodoodpudivé vlastnosti. Nejedná se o klasické materiály, vyrábí se z mikrovlákených PS a PAD přízí. Prodyšnost závisí na způsobu tkaní a úpravě vláken. Většinou je velmi dobrá, protože není omezována žádnou membránou ani zátěrem. K omezení nasákavosti tkaných materiálů se často používá vodoodpudivá úprava[4].

## 6.2 Povrstvená tkanina

Jedná se o tkaniny opatřené zátěrovou vrstvou. Vznikají nanášením vhodné hmoty přímo na tkaninu. Podle nanášené hmoty pak rozdělujeme zátěry na bázi PU, akrylu, PVC a dalších materiálů[4].

## 6.3 Laminování užitím membrán

Membrána se vyrábí jako samostatná fólie a poté se laminuje na nosnou tkaninu. Membrána je tenká vrstva polymerního materiálu, jejíž tloušťka se pohybuje v mikrometrech. Membrány jsou často označovány jako lamináty. Membrána je schopna propustit vodní páry od těla, ale přitom póry jsou tak malé, že nepropustí kapky vody dovnitř. Membrána je nejčastěji vyrobena z PES nebo PU. Membránové materiály se dělí podle provedení spojení membrány se svrchním či podšívkovým materiálem[4].

Dělení:

- dvouvrstvé lamináty
- třívrstvé lamináty
- dvouapůlvrstvé lamináty
- volně vložená membrána

## 7. Denim

Denim je pevná bavlněná tkanina v keprové vazbě. Tato tkanina je nejčastěji vyráběna v modré barvě. Jedná se o nejpoužívanější látku na kalhoty z celého světa[6].

### 7.1. Historie denimu

Americké džíny počínaly svou historií především mezi zlatokopy. Později začali toto oblečení používat i farmáři a pracovníci na železnici[7].

Na nápad vyrábět ze stanové látky džínové kalhoty přišel bavorský němec Levi Strauss, který se přistěhoval do Ameriky. Byly patentovány v roce 1873 a jejich původní cena byla 1 americký dolar[6].

Bruntálský historik Petr Anderle se domnívá, že džínovou látku v druhé polovině 19. století utkal Gustav Marburg. Zhotovil jí ale omylem, protože porušil běžný

technologický postup. Látka byla příliš hrubá a on jí neměl jak využít. Rozhodl se jí vzít na výstavu do Vídně, kde jí chtěl prodat. Podle dohadů jí tam koupil americký obchodník[6].

Do Evropy se džíny dostávají během 2. Světové války zároveň s americkými vojáky. Tvořily součást jejich pracovního oblečení. Podle vzoru těchto kalhot ušil první evropské džíny Albert Sefranek v Německu. Tyto džíny pak pojmenoval po amerických divokých koních Mustang[7].

## **7.2. Výroba denimu**

Pravá džínovina se tká z barvené osnovy a nebarevného útku. Dřív se barvila osnova přírodním indigem, ale dnes se používají syntetická barviva. Před tkaním prochází osnovní nitě jako provazec 5-7 krát barvicí lázní a mezi jednotlivými lázněmi působí na materiál proud vzduchu. Příze se však nesmí probarvit do hloubky, hotová tkanina má praním a třením poněkud vyblednout[6].

Pravý modrý denim se imituje většinou levnějším způsobem výroby např. použitím rotorových přízí s příměsí až 40% bavlněných výčesků, barvením osnovy na šlichtovacím stroji aj[6].

Koncem minulého století se začali na džíny používat vedle klasického denimu i tkaniny s příměsí 2-5% elastické příze v osnově[6].

## **7. 3 Firma Mustang**

Firma Mustang je v současné době největším německým výrobcem džínů. Ročně se ve světě prodají džíny v množství přibližně jedna miliarda kusů. Z módního hlediska představují džíny nepřekonatelný fenomén. Mohou být úzké jako cigareta nebo naopak oblé jako mrkev. Džíny se mohou pomalovat, potisknout nebo proděravět. Mohou být modré, černé, hnědé, pastelové nebo přírodní. Kromě toho jsou džíny jediným druhem oblečení, který se již při výrobě upravuje tak, aby vypadal jako obnošený. Nejlepší značky tuto úpravu provádějí pomocí pemzy[7].

Další výrobci [7]: Levis, Wrangler, Lee- Amerika

Diesel- Itálie

Edwin- Japonsko

## EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V této části bakalářské práce je popsáno jakým způsobem byly proměřeny 4 vzorky denimu. Úkolem bylo změřit relativní paropropustnost a výparný odpor za vlhka s fólií a bez fólie. Detailně jsou zde popsány vzorky, které byly použity. Také jsou zde uvedeny postupy měření doplněné grafickým znázorněním se statistickými výpočty.

### 1. Měření vzorků denimu

#### 1.1 Postup měření

Měření bylo provedeno na KHT v laboratoři na přístroji Permetest. Tento přístroj se nachází v komoře, která zajišťuje příznivé klimatické podmínky pro měření-teplota 24°C a vlhkost vzduchu 53 %. Nejprve byly klimatizované vzorky zváženy a poté byla proměřena paropropustnost a výparný odpor denimových tkanin za standardních laboratorních podmínek. Poté ve smyslu zadání práce byly provedeny přípravy pro měření vzorků ve vlhkém stavu.

Připravila jsem si 4 nádoby a do každé z nich nalila 1 l vody + 1 ml smáčecího prostředku Smolin. Vzorky jsem nejdříve vložila do sušárny na 15 minut, aby se odstranila veškerá vlhkost. Poté jsem vzorky vyjmula ze sušárny a ihned zvážila, abych zjistila hmotnost za sucha. Do nádob s vodou jsem vložila vzorky denimu a nechala je 2 hodiny smáčet.

Vzorek denimu jsem po 2 hodinách vyjmula z misky, vyždímala a poté zvážila na elektrických váhách. Tímto způsobem jsem zjistila přírůstek hmotnosti mokrého vzorku. Poté jsem vložila vzorek denimu do přístroje tak, aby byla lící strana nahoře. Vzorek se vkládá do přístroje narovnaný a očištěný. Tímto měřením však byl zjištěn pouze relativní chladicí tok. Efektivní chladicí tok byl pak stanoven postupem dle následující kapitoly.

#### 1.2 Stanovení efektivního relativního výparného toku $q_{\text{efekt}}$ (efektivní paropropustnosti) u vlhké textilie

Celkový relativní výparný tok  $q_{\text{celk}}$  se skládá z toku vytvářeného vlhkou pokožkou a procházejícího vlhkou textilií  $q_{\text{efekt}}$  a výparného toku z povrchu vlhké textilie  $q_{\text{text}}$ [8].

Jak bylo popsáno výše, nejdříve byla zjištěna celková relativní paropropustnost pro vodní páry  $P_{\text{rel}} [\%]$ , která je identická s celkovým relativním výparným tokem  $q_{\text{celk}}$ [9].

$$P = 100 (q_v / q_o) [\%] \quad (2)$$

Přístroj změřil i výparný odpor  $Ret$  [ $m^2 \text{ Pa/W}$ ]. Tento parameter však pro textilie ve vlhkém stavu není dobře definovatelný.

$$Ret = (P_m - P_a) (q_v - q_o) [m^2 \cdot Pa / W] \quad (3)$$

Poté jsem vzorek vyjmula a vložila na jeho rubní stranu nepropustnou polyetylenovou fólii, pro eliminaci toku vytvářeného vlhkou pokožkou a procházejícího vlhkou textilií qefekt. Vzorek jsem opět vložila do přístroje a změřila celkovou paropropustnost i výparný odpor. Po změření jsem ho vyjmula z přístroje a přiložila na něj vysoušecí papír, aby se odsála část vody. Vzorek jsem opět zvážila abych zjistila úbytek vody. Tento postup jsem opakovala celkem 7 krát s fólií a 7 krát bez fólie s postupným vysoušením vzorků.

Musela jsem také zjistit relativní vlhkost  $U$  [%] a to podle vzorce:

$$U = \frac{(m_v - m_s)}{m_s} * 100$$

## 2. Vzorky

Pro získání přesných výsledků měření byl každý typ zkoumané textilie změřen 7x, a to s fólií i bez fólie. Vzorky mají podobnou plošnou hmotnost a různé složení útků.

### 2.1. Vzorek-útek bavlna

Složení: osnova-bavlna, útek-bavlna

Velikost: 20x20 cm

Vazba: keprová

Hmotnost za sucha v laboratoři: 12,41g

Hmotnost za sucha po vysušení v sušárně: 11,55 g

**P** za sucha: 58,1%

**Ret** za sucha: 4,1  $m^2 \cdot Pa/W$

Měření 1. vzorku za vlhka bez fólie:

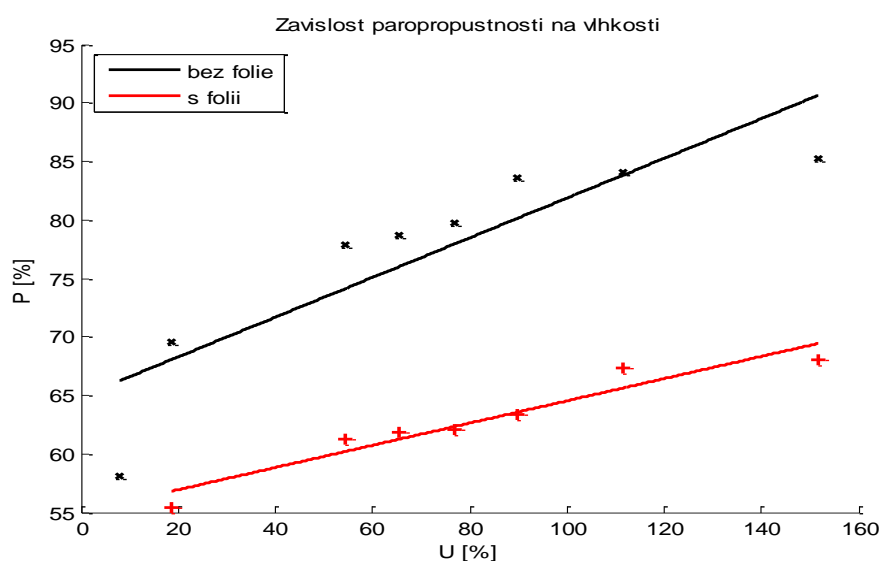
| Počet měření | p[%] | Ret[m <sup>2</sup> .Pa/W] | m[g]  | U[%]   |
|--------------|------|---------------------------|-------|--------|
| 1.           | 85,2 | 1,0                       | 29,09 | 151,86 |
| 2.           | 84,1 | 1,1                       | 24,44 | 111,60 |
| 3.           | 83,6 | 1,2                       | 21,94 | 89,95  |
| 4.           | 79,7 | 1,4                       | 20,45 | 77,05  |
| 5.           | 78,7 | 1,5                       | 19,09 | 65,28  |
| 6.           | 77,9 | 1,6                       | 17,84 | 54,45  |
| 7.           | 69,6 | 2,5                       | 13,71 | 18,70  |

Tabulka č.1

Měření 1.vzorku za vlhka s fólií:

| Počet měření | p[%] | Ret[m <sup>2</sup> .Pa/W] |
|--------------|------|---------------------------|
| 1.           | 68,0 | 2,7                       |
| 2.           | 67,3 | 2,8                       |
| 3.           | 63,4 | 3,2                       |
| 4.           | 62,1 | 3,6                       |
| 5.           | 61,8 | 3,9                       |
| 6.           | 61,2 | 4                         |
| 7.           | 55,4 | 4,5                       |

Tabulka č.2.

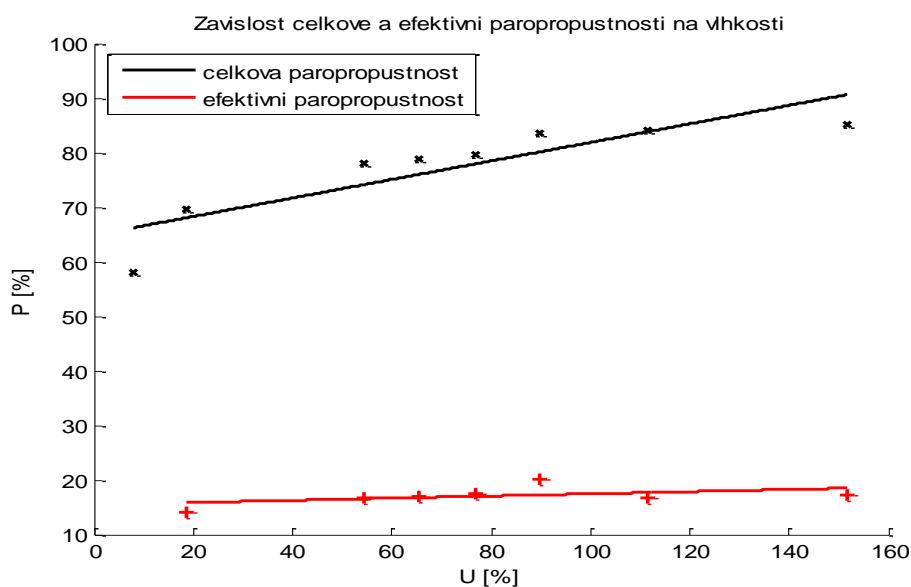


Graf.č.1 Závislost paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s bavlněným útkem

Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti:

Za pomoci vzorce jsme zjistili tyto body:

1. bod- 14,2
2. bod- 16,7
3. bod- 16,9
- 4.bod- 17,6
- 5.bod- 20,2
6. bod- 16,8
- 7.bod- 17,2



*Graf.č.2 Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s bavlněným útkem*

## 2.2. Vzorek-útek polyester

Složení: osnova-bavlna, útek-polyester

Velikost: 20x20cm

Vazba: keprová

Hmotnost za sucha v laboratoři: 14,52 g

Hmotnost za sucha po vysušení v sušárně: 13,68 g

**P** za sucha: 69,9%

**Ret** za sucha: 3,4 m<sup>2</sup>.Pa/W

## Měření 2. vzorku za vlhka bez fólie:

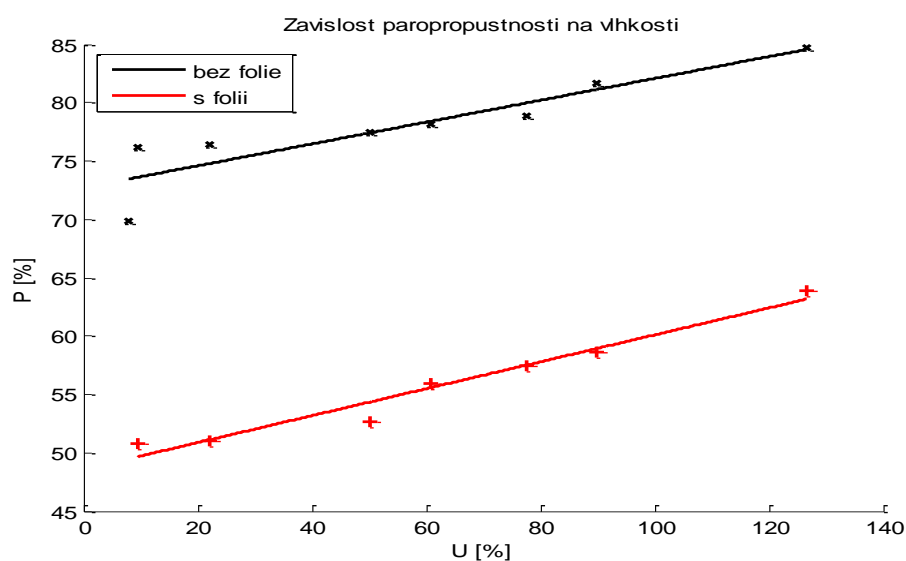
| Počet měření | p[%] | Ret[m <sup>2</sup> .Pa/W] | m[g]  | U[%]   |
|--------------|------|---------------------------|-------|--------|
| 1.           | 84,7 | 1,4                       | 30,99 | 126,53 |
| 2.           | 81,7 | 1,7                       | 25,99 | 89,98  |
| 3.           | 78,9 | 2,0                       | 24,30 | 77,63  |
| 4.           | 78,1 | 2,0                       | 22,02 | 60,96  |
| 5.           | 77,4 | 2,2                       | 20,56 | 50,29  |
| 6.           | 76,4 | 2,7                       | 16,69 | 22,00  |
| 7.           | 76,2 | 2,8                       | 14,98 | 9,50   |

Tabulka č.3

## .Měření 2. vzorku za vlhka s fólií:

| Počet měření | p[%] | Ret[m <sup>2</sup> .Pa/W] |
|--------------|------|---------------------------|
| 1.           | 63,9 | 4,3                       |
| 2.           | 58,6 | 5,3                       |
| 3.           | 57,4 | 5,7                       |
| 4.           | 55,9 | 5,9                       |
| 5.           | 52,7 | 6,7                       |
| 6.           | 51   | 6,9                       |
| 7.           | 50,8 | 7,1                       |

Tabulka č.4.



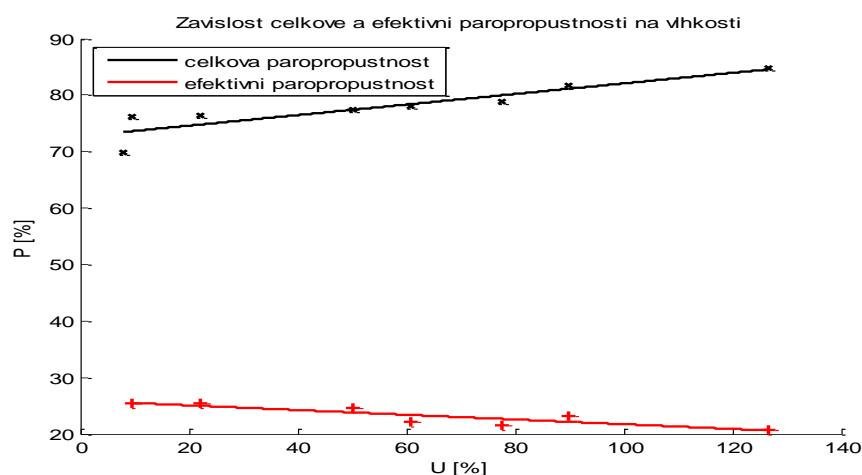
Graf.č.3 Závislost paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s polyesterovým útkem



Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti:

Vypočtené údaje:

1. bod- 25,4
2. bod- 25,4
3. bod- 24,7
4. bod- 22,2
5. bod- 21,5
6. bod- 23,1
7. bod- 20,8



*Graf.č.4 Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s polyesterovým útkem*

### 2.3. Vzorek-útek přechovaný polypropylen

Složení: osnova-bavlna, útek- přechovaný polypropylen

Velikost: 20x20 cm

Vazba: keprová

Hmotnost za sucha v laboratoři: 13, 41 g

Hmotnost za sucha po vysušení v sušárně: 12,93 g

**P** za sucha: 66,5%

**Ret** za sucha: 3,9 m<sup>2</sup>.Pa/W

Měření 3. vzorku za vlhka s bez fólie:

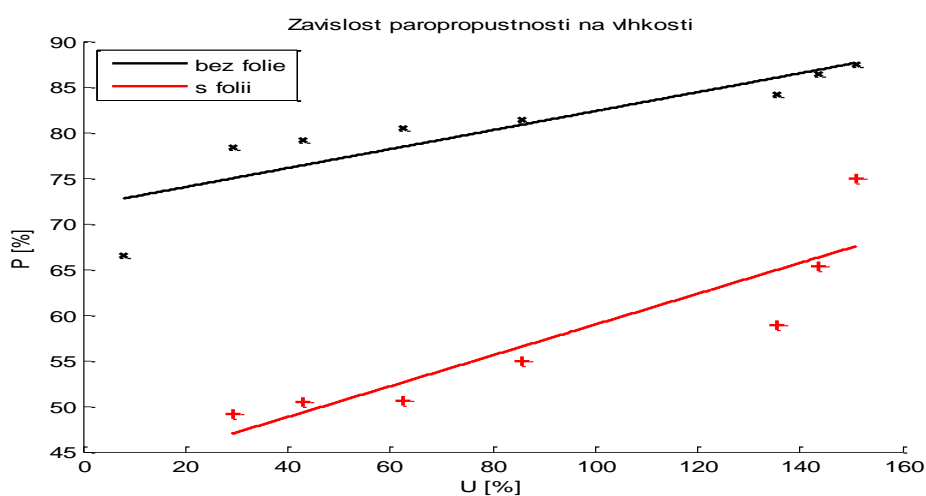
| Počet měření | p[%] | Ret[m <sup>2</sup> .Pa/W] | m[g]  | U[%]   |
|--------------|------|---------------------------|-------|--------|
| 1.           | 87,5 | 0,8                       | 32,45 | 150,96 |
| 2.           | 86,4 | 1,2                       | 31,52 | 143,77 |
| 3.           | 84,1 | 1,4                       | 30,46 | 135,57 |
| 4.           | 81,4 | 1,7                       | 24,01 | 85,69  |
| 5.           | 80,4 | 1,8                       | 20,99 | 62,33  |
| 6.           | 79,2 | 1,9                       | 18,48 | 42,92  |
| 7.           | 78,3 | 2,1                       | 16,70 | 29,15  |

Tabulka č.5

Měření 3. vzorku za vlhka s fólií:

| Počet měření | p[%] | Ret[m <sup>2</sup> .Pa/W] |
|--------------|------|---------------------------|
| 1.           | 74,9 | 1,8                       |
| 2.           | 65,3 | 3,6                       |
| 3.           | 58,9 | 5,4                       |
| 4.           | 54,9 | 6,1                       |
| 5.           | 50,6 | 7,3                       |
| 6.           | 50,4 | 7,4                       |
| 7.           | 49,1 | 7,8                       |

Tabulka č.6.

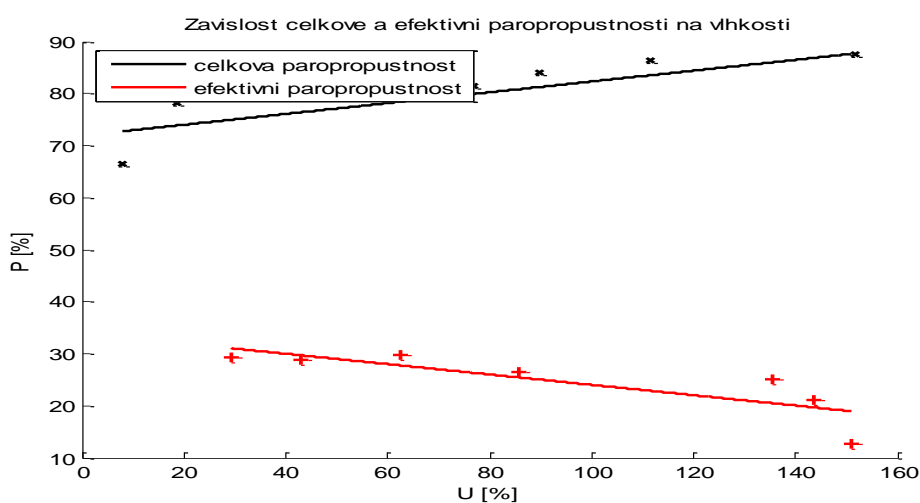


Graf.č.5 Závislost paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s polypropylenovým útkem (pěchovaný PP)

Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti:

Vypočtené údaje podle vzorce:

1. bod- 29,2
2. bod- 28,8
3. bod- 29,8
4. bod- 26,5
5. bod- 25,2
6. bod- 21,1
7. bod- 12,6



*Graf.č.6 Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s polypropylenovým útkem*

## 2.4. Vzorek-útek vzduchem tvarovaný polypropylen

Složení: osnova-bavlna, útek- vzduchem tvarovaná polypropylen

Velikost: 20x20 cm

Vazba: keprová

Hmotnost za sucha v laboratoři: 13,79 g

Hmotnost za sucha po vysušení v sušárně: 11,97 g

**P** za sucha: 63,2%

**Ret** za sucha: 4,4 m<sup>2</sup>.Pa/W

## Měření 4. vzorku za vlhka bez fólie:

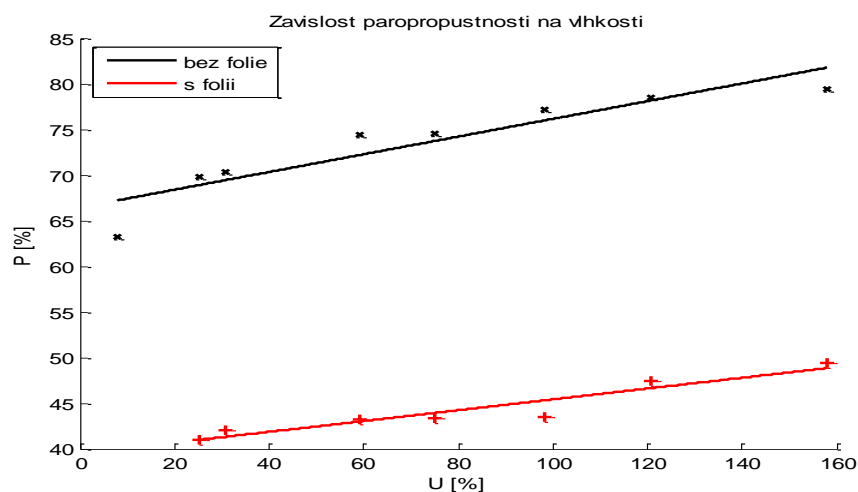
| Počet měření | p[%] | Ret[m <sup>2</sup> .Pa/W] | m[g]  | U[%]   |
|--------------|------|---------------------------|-------|--------|
| 1.           | 79,4 | 2,0                       | 30,88 | 157,97 |
| 2.           | 78,5 | 2,1                       | 26,41 | 120,63 |
| 3.           | 77,2 | 2,2                       | 23,72 | 98,16  |
| 4.           | 74,5 | 2,6                       | 20,96 | 75,10  |
| 5.           | 74,4 | 2,7                       | 19,04 | 59,06  |
| 6.           | 70,3 | 3                         | 15,67 | 30,91  |
| 7.           | 69,8 | 3,2                       | 14,98 | 25,14  |

Tabulka č.7

## Měření 4. vzorku za vlhka s fólií:

| Počet měření | p[%] | Ret[m <sup>2</sup> .Pa/W] |
|--------------|------|---------------------------|
| 1.           | 49,4 | 7,7                       |
| 2.           | 47,4 | 8,5                       |
| 3.           | 43,5 | 9,9                       |
| 4.           | 43,4 | 10                        |
| 5.           | 43,2 | 10,2                      |
| 6.           | 42,1 | 10,8                      |
| 7.           | 41,0 | 11                        |

Tabulka č.8.

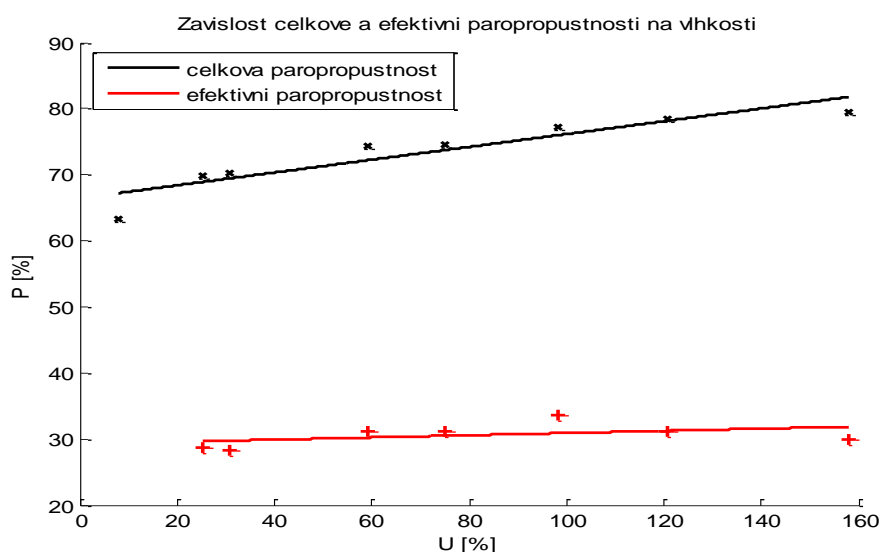


Graf.č.7 Závislost paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s polypropylenovým útkem (vzduchem tvarovaný)

Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti:

Vypočtené údaje podle vzorce:

1. bod- 28,8
2. bod- 28,2
3. bod- 31,2
4. bod- 31,1
5. bod- 33,7
6. bod- 31,1
7. bod- 30,0



*Graf.č. 8 Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti i vzorku s polypropylenovým útkem (vzduchem tvarovaný)*

### 3. Výsledky měření vzorků bez fólie

Naměřené hodnoty jsem zapsala do tabulek a graficky znázornila. Nejvyšší hodnotu relativní paropropustnosti za mokra bez fólie má vzorek č. 3 přechovaný polypropylen – 87, 5 %. Vzorek č. 1. bavlna má paropropustnost o něco menší 85, 2 %. 3. vzorek polyester má propustnost 84, 7 % a textilie s naopak nejmenší paropropustností je vzorek č. 4. vzduchem tvarovaný polypropylen 79, 4 %. Tyto hodnoty byly naměřeny při nejvyšším zavlhčení.

V grafech č.1, 3, 5, 7 je znázorněno jak se mění relativní paropropusnost při různém zavlhčení vzorků s použitím fólie nebo bez ní. Při vlhnutí vzorků dochází k bobtnání vláken, tím se pórovitost textilie zmenšuje a relativní paropropustnost klesá. Jak nám

ale ukazují grafy č. 1, 3, 5, 7 je tomu naopak. Jestliže se zvyšuje vlhkost tak relativní paropropustnost roste. Textilie po zavlhčení absorbuje tekutinu, která se následně z povrchu odpařuje. Při měření na PERMETESTU je zaznamenáván odpar vodních par[4].

Na grafech č. 1,3, 5, 7 tedy relativní paropropustnost klesá se snižující se vlhkostí, výparný odpor naopak stoupá. Nejvyšší relativní paropropustnost za mokra bez fólie má vzorek č. 3 na grafu č. 5. a naopak nejmenší paropropustnost má vzorek č.4. vzduchem tvarovaný PP na grafu č. 7.

### 3.1 Výsledky měření vzorků s fólií

Na grafech č. 1, 3, 5, 7 je také vidět jaký má vliv vlhkost na relativní paropropustnost textilie jestliže je hlavice PERMETESTU překryta nepropustnou fólií (polyetylen). Protože byl od celkového odparu pomocí nepropustné fólie odstraněn výpar z hlavice měřícího přístroje, je jasné, že naměřená hodnota relativní paropropustnosti je ve všech případech menší. Výparný odpor je naopak vyšší než u vzorků bez fólie.

Díky použití nepropustné fólie mezi povrch měřící hlavice a měřený vzorek jsme získali hodnotu odparu hlavice a hodnotu odparu vlhké textilie. Tím byla zjištěna efektivní paropropustnost  $P_{\text{ef}}$  nebo  $q_{\text{efekt}}$ .

$$q_{\text{efekt}} = q_{\text{celk}} - q_{\text{text}} [\%] \quad (4)$$

### 3.2 Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti

V grafech č. 2, 4, 6, 8 byl ukázán rozdíl celkové paropropustnosti za mokra bez fólie a efektivní paropropustnosti. Efektivní paropropustnost ve všech čtyřech případech velmi klesla. Z grafů zjišťujeme hodnoty  $P_{\text{efekt}}$  při 50% zavlhčení. Za touto hranicí už začíná diskomfort.

**Pěchovaný a vzduchem tvarovaný polypropylen** má nejvyšší efektivní paropropustnost a to cca 30%.

Toto chemické vlákno se zvláknuje z předem připraveného polymeru z taveniny kruhovými tryskami do šachty nebo do vodní lázně. Vlákna mohou mít jak kruhový průřez, tak i speciální [10].

Užitné vlastnosti pěchovaného PP [11]:

- odolnost vůči oděru
- trvanlivost
- nízká měrná hmotnost
- nízká úroveň elektrostatického náboje
- nízká navlhavost
- nepříjemný omak (voskovitý)

PP vlákna jsou nenavlhavá a proto nebobtnají při zavlhčení. PP vlákno tedy neuzavře svou strukturu a proto je nejvíce propustné. Póry ve struktuře jsou otevřené.

**Polyester** při 50 % zavlhčení má o něco menší efektivní paropropustnost 25 %.

Toto chemické vlákno je vyrobené ze syntetického polymeru. Vzniká polykondenzací ze dvou komponent, ze kterých je vyroben polykondenzát. Ten se zvláknuje do šachty, následně se dlouží, popřípadě sdružují do kabelu. Ten se dále řeže nebo trhá[10].

Užitné vlastnosti PS[8]:

- tvarová stabilita
- snadná údržba
- tuhé vlákno
- žmolkovitost

PS není příliš savý, tudíž nebobtná, avšak přijímá o něco více vlhkosti než polypropylen. Při výrobě se může použít různý tvar trysky, abychom dosáhli některých vlastností.

**Bavlna** má při 50 % zavlhčení nejmenší efektivní paropropustnost a to cca 18 %.

Toto vlákno je přírodní rostlinného původu. Je to keřovitá rostlina na které se po odkvětu vytvoří tobolka ve které jsou semena. Z každého semene vyrůstá velké množství vláken. Když je tobolka plná vláken tak praskne. Následuje sklizeň, která se dnes provádí strojově[10].

Užitné vlastnosti bavlny[10]:

- jemný omak
- dobrá sorpce vlhkosti, zejména potu

- částečně hřejivá

Bavlněná tkanina po zavlhčení se stává téměř nepropustná pro kapalnou vlhkost, když pod větším tlakem vodu propustí.



## ZÁVĚR

Tato práce byla rozdělena na teoretickou a experimentální část.

V první části jsou vysvětleny základní pojmy komfortu textilií. Je zde popsáno rozdělení komfortu na psychologický, senzorický, termofyziologický a patofyziologický komfort. Dále je popsán oděv a prostředí, ve kterém lidé žijí. Také je vysvětlen pojem termoregulace a výměna tepla mezi člověkem a okolím, která se uskutečňuje kondukcí, konvekcí a radiací. Nejvíce se práce zabývá termofyziologickým komfortem. V práci je popsáno mnoho metod, kterými se dá tento komfort měřit např. Gravimetrická metoda a DREO metoda. V této práci byla použita metoda, která se provádí přístrojem PERMETEST. Pomocí tohoto přístroje se měří relativní paropropustnost a výparný odpor. Také byla zjišťována vlhkost, která je v práci popsána. Důležitým prvkem této práce byly denimové tkaniny, proto je v práci vysvětlena historie a původ denimu.

V druhé části práce je vysvětlen způsob měření čtyř vzorků denimu na přístroji PERMETEST. Vzorky byly měřeny při sedmi úrovních zavlhčení s fólií a bez fólie. Zjišťovala se závislost relativní paropropustnosti na vlhkosti s fólií a bez fólie. Dále byla zjištěna závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti. Naměřené hodnoty byly zapsány do tabulek a graficky znázorněny.

Hlavním cílem práce bylo zjistit, jak působí vlhkost na různé denimové tkaniny. Nejvyšší efektivní paropropustnost za vlhka mají polypropylenová vlákna 30% a naopak nejmenší bavlna 18%.

Z těchto měření vyplívá, že denimové tkaniny jsou velmi málo paropropustné zejména za mokra. V dnešním moderním světě, kde denim zaujímá významné místo na trhu jsou tyto výsledky velmi překvapivé.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HES, L. a SLUKA, P. Úvod do komfortu textilií. Vyd. 1. Liberec: TUL, 2005. ISBN 80-7083-926-0
- [2] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. Oděvní materiály. Vyd. 1. Liberec: TUL, 2003. ISBN 80-7083-682-2
- [3] FEXA, J. A ŠIROKÝ, K. Měření vlhkosti. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1983. ISBN 04-601-83
- [4] PRŮDKOVÁ M. Paropropustnost polopropustných textilií. 2008. Bakalářská práce. TUL.
- [5] DOSTALOVÁ, M. A KŘIVÁNKOVÁ, M. Základy textilní a oděvní výroby. Vyd. 3. Liberec: TUL, 2004. ISBN 80-7083-831-0
- [6] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Denim>
- [7] <http://oko.yin.cz/16/dziny/>
- [8] HES, L., ARAUJO, L. Simulation of the Effect of Air Gaps between the Skin and a Wet Fabric Resulting Cooling Flow, Textile Research Journal, Vol 80 (14), p. 1488-1497, 2010
- [9] BOGUSLAWSKA – BACZEK, L. HES, L., 11 World textile Conference AUTEX, Mulhouse, 2011, “Effective water vapour permeability of wet functional fabrics determined by a new method”, pp.1199-1203
- [10] STANĚK, J. Textilní zbožíznalství. Vyd. 1. Liberec: TUL, 2001. ISBN 80-7083-555-9
- [11] MILITKÝ, J. Textilní vlákna: klasická a speciální. Vyd. 1. Liberec: TUL, 2002. ISBN 80-708-3644-X.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Gravimetrické měření

Obr. č. 2 – Metoda DREO

Obr. č. 3 - Přístroj PERMETEST

## SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 – Měření 1. vzorku za vlhka bez fólie

Tabulka č. 2 – Měření 1. vzorku za vlhka s fólií

Tabulka č. 3 – Měření 2. vzorku za vlhka bez fólie

Tabulka č. 4 – Měření 2. vzorku za vlhka s fólií

Tabulka č. 5 – Měření 3. vzorku za vlhka bez fólie

Tabulka č. 6 – Měření 3. vzorku za vlhka s fólií

Tabulka č. 7 – Měření 4. vzorku za vlhka bez fólie

Tabulka č. 8 – Měření 4. vzorku za vlhka s fólií

## SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 – Závislost paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s bavlněným útkem

Graf č. 2 – Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s bavlněným útkem

Graf č. 3 – Závislost paropropustnosti na vlhkosti s polyesterovým útkem

Graf č. 4 – Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s polyesterovým útkem

Graf č. 5 – Závislost paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s přechovaným polypropylenem v útku

Graf č. 6 – Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti u vzorku s přechovaným polypropylenem v útku

Graf č. 7 – Závislost paropropustnosti na vlhkosti s vzduchem tvarovaným polypropylenem v útku

Graf č. 8 – Závislost celkové a efektivní paropropustnosti na vlhkosti s vzduchem tvarovaným polypropylenem v útku

## SEZNAM ROVNIC

(1) Relativní vlhkost

(2) Relativní paropropustnost

(3) Výparný odpor

(4) Efektivní paropropustnost

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 - Vzorník